

⑯ Aktenzeichen: 197 09 318.3  
⑯ Anmeldetag: 7. 3. 97  
⑯ Offenlegungstag: 10. 9. 98

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:  
Dominke, Peter, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;  
Bellmann, Holger, Dr., 71636 Ludwigsburg, DE;  
Mueller, Jens-Olaf, Dr., 71229 Leonberg, DE;  
Bertram, Torsten, Dr., 40547 Düsseldorf, DE;  
Volkart, Asmus, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;  
Grosse, Christian, 70806 Kornwestheim, DE;  
Hermsen, Wolfgang, Dr., 63110 Rodgau, DE

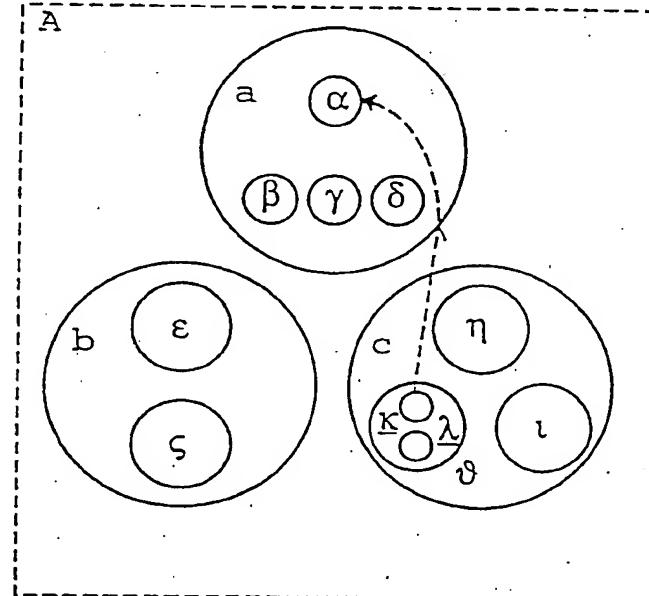
⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 41 26 449 A1  
DE 41 11 023 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Steuerungssystem für ein Fahrzeug

⑯ Es wird ein Steuerungssystem für ein Fahrzeug vorgeschlagen, bei welchem mehrere Komponenten zur Durchführung verschiedener Aufgaben zur Fahrzeugsteuerung vorgesehen sind. Die von den Komponenten benötigten Informationen werden von den Komponenten selbstständig entweder über Auskunftsabfragen oder über Anforderungsbeziehungen beschafft.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Steuerungssystem für ein Fahrzeug.

Die zukünftigen Anforderungen an ein Automobil hinsichtlich der technischen Möglichkeiten sind sehr hoch. Die Lösung dieser Probleme unterliegt außerdem einem anwachsendem Kostendruck. Um der Zielsetzung weiterer Funktionalität zu niedrigen Kosten gerecht zu werden, müssen die Funktionen im Fahrzeug zu einem Systemverbund integriert werden.

Ein derartiger Systemverbund ist beispielsweise aus der DE-A 41 11 023 (US-Patent 5,351,776) bekannt. Dort wird eine Steuerung des Gesamtfahrzeugs wenigstens bezüglich Antriebsstrang und Bremse vorgeschlagen, welche eine hierarchische Auftragsstruktur für die Steuerungsaufgaben aufweist. Die dort beschriebene Steuerungsstruktur umfaßt Koordinationselemente, welche einen aus einer höheren Hierarchieebene ausgehenden Befehl in Befehle (Aufträge) für Elemente einer nachgeordneten Hierarchieebene umsetzen. Die Inhalte der von oben nach unten in der Hierarchiestruktur weitergegebenen Befehle stellen unter anderem physikalische Größen dar, die die Schnittstellen zwischen den einzelnen Hierarchieebenen bestimmen. Die Schnittstellen orientieren sich dabei an den physikalischen Gegebenheiten der Fahrzeugbewegung, insbesondere des Antriebsstrangs und der Bremse.

Neben einer Reglementierung bei der Auftragsvergabe in einer Struktur für ein Gesamtfahrzeug ist für die Übersichtlichkeit, die Leistungsfähigkeit und die Funktionalität des Systemverbunds eine strukturierte Informationsbeschaffung der Elemente der einzelnen Ebenen eine notwendige Voraussetzung. Dies gilt vor allem dann, wenn in den bestehenden Systemverbund auch weitere Systeme wie z. B. das Bordnetzmanagement einbezogen wird. Dabei sollte eine strukturierte Informationsbeschaffung möglichst wenige Kommunikationsbeziehungen mit physikalisch sinnvollen, auszutauschenden Informationen umfassen. Hinweise auf eine derartige strukturierte Informationsbeschaffung sind dem genannten Stand der Technik nicht zu entnehmen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine derartige strukturierte Informationsbeschaffung anzugeben.

Dies wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

## Vorteile der Erfindung

Es wird eine strukturierte Informationsbeschaffung beschrieben, die gut in eine Struktur eines Gesamtfahrzeugs zu integrieren ist. Dabei beschaffen sich die einzelnen Komponenten selbständig die zur Erledigung der an sie gestellten Aufgaben benötigen Informationen. Als Informationsgeber existieren gleichberechtigt Bedienelemente, Sensoren, Schätzer, Speicher für Daten, usw. Die Kommunikation zur reinen Informationsbeschaffung erfolgt dabei über Auskunftsabfragen und/oder Anforderungsbeziehungen. Bei einer Auskunftsabfrage stellt die gefragte Komponente die Information zur Verfügung, ohne daß deren Auswertung für die gefragte Komponente von Bedeutung ist (z. B. Sensor, dessen Meßwert abgefragt wird). Bei einer Anforderungsbeziehung stellt dagegen die von der anfordernden Komponente zur Verfügung gestellte Information beispielsweise eine Sollgröße dar, die von einer anderen Komponente realisiert werden könnte (z. B. Fahrrpedal, automatischer Geschwindigkeitsregler, Fahrdynamikregler, die Sollwerte vorgeben, die später von einem anderen Element im Rah-

men von vorgegebenen Prioritäten ausgewählt werden). Neben Auskunftsabfrage und Anforderungsbeziehung, die der Informationsbeschaffung dienen, gibt es Aufträge, die die tatsächlich ausgeführten Sollgrößen darstellen.

5 Besonders vorteilhaft ist, daß die Informationsbereitstellung der angefragten bzw. der fordern Komponenten überlassen bleibt und dem jeweiligen Kommunikationspartner verborgen ist. Dadurch werden gegenseitige Abhängigkeiten der Komponenten reduziert.

10 Eine strukturierte Informationsbeschaffung mit beliebigen Kommunikationsbeziehungen auf gleicher Hierarchieebene und Kommunikationen von unten nach oben in der Hierarchie gewährt eine Komponentenkapselung und unterstützt die Austauschbarkeit der Komponenten sowie eine Variantenbildung von Systemen. Die Komponenten bleiben bezüglich Anzahl und Art der angebotenen Schnittstellen durch ihren Austausch unbeeinflußt.

15 In vorteilhafter Weise sind Informationsgeber immer der Ebene in der Auftragsstruktur zuzuordnen, die durch die bereitgestellte Information beschrieben wird. So ist beispielsweise ein Zündschloß auf einer sehr hohen Ebene, dagegen ein Schalter für das Schiebedach auf einer sehr niedrigen Ebene anzugeben. Dadurch wird die Austauschbarkeit von Komponenten (z. B. Schiebedach mit Schiebedachschatzter) deutlich verbessert.

20 Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines Steuerungssystems für ein Fahrzeug, während in Fig. 2 beispielhaft eine Hardwarekonfiguration eines solchen vernetzten Steuerungssystems für ein Fahrzeug dargestellt ist. Fig. 3 zeigt die Gestaltung der Auskunftsabfragen innerhalb eines Systems bzw. innerhalb einer Komponente, während Fig. 4 die entsprechenden Anforderungsbeziehungen darstellt. In Fig. 5 sind die Auskunftsabfragen oder Anforderungsbeziehungen über die Grenzen einer Komponente hinaus dargestellt. Fig. 6 zeigt eine Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung zwischen zwei Komponenten mit den möglichen Fortsetzungen der bestehenden Kommunikationsbeziehung innerhalb der verfeinerten Komponenten. In einer konkreten Umsetzung kann innerhalb jeder Komponente genau eine der gezeigten Möglichkeiten realisiert werden. Fig. 7 schließlich zeigt ein Beispiel für die Anordnung verschiedener Informationsgeber.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 stellt ein Beispiel für ein Steuerungssystem mit mehreren Ebenen in hierarchischer Gestaltung dar. Dabei ist mit 18 ein Koordinationselement für das Gesamtfahrzeug dargestellt, welches im gezeigten Beispiel Aufträge an zwei Systeme oder Komponenten 19 und 20 verteilt. In einem Ausführungsbeispiel stellt das System 19 ein System zur Steuerung des Triebstrangs (Motor und Getriebe) dar. Das zweite System 20 stellt beispielsweise ein System zur Steuerung der Bremsen des Fahrzeugs oder ein System zur Steuerung von Generator und Batterie dar. In Fig. 1 ist das System 19 in zwei Detaillierungsebenen weiterverfeinert, wobei die Komponenten 22, 24, 26, 28, 30 und 32 vorgesehen sind. Der Koordinator 22 koordiniert dabei Motor und Getriebe 26, während der nachgeordnete Koordinator 24 den Motor über die Leistungsgrößen Zündung 28, Luftzufuhr 30 und

Kraftstoffzufuhr 32 steuert. Eine entsprechende Verfeinerung kann auch bezüglich des Systems 20 vorgenommen werden. Die Schnittstellen zwischen den gezeigten Elementen orientieren sich an physikalischen Gegebenheiten. So ist beispielsweise die Schnittstelle zwischen dem Koordinator 18 und dem System 19 durch die physikalische Größe mechanische Leistung beschrieben, während die Schnittstellen zwischen der Komponente 18 und 20 im Falle eines Steuerungssystems für Generator und Batterie durch die Größe elektrische Leistung beschrieben ist. Entsprechend sind die Schnittstellen zwischen der Komponente 22 und den Komponenten 24 bzw. 26 durch die physikalischen Größen mechanische Leistung des Motors und Getriebeübersetzung beschrieben. Zur Durchführung der ihnen zugeordneten Aufgaben benötigen alle Komponenten ausgewählte Informationen. Nachfolgend wird die erfundungsgemäße Informationsbeschaffung der einzelnen Komponenten bzw. Systeme beschrieben.

In Fig. 2 ist anhand eines Blockschaltbildes ein Beispiel für eine Konfiguration eines Steuerungssystems für ein Fahrzeug dargestellt. Dabei ist mit 100 ein sogenannter Master-Controller bezeichnet, der u. a. ein Interfache 102 (Gateway) umfaßt, an dem verschiedene BUS-Systeme angeschlossen sind. Die Aufteilung dieser BUS-Systeme ist dabei beispielhaft. Das erste BUS-System 104 stellt die Kommunikation zwischen dem Master 100 und den das Abtriebsmoment steuernden Elementen her. Der BUS 104 verbindet den Master 100 mit einem Steuergert 106 zur Motorsteuerung und einem Steuergert 108 zur Getriebesteuerung. Andererseits ist der BUS 104 über entsprechende Leitungen 114 bis 116 mit Meßeinrichtungen 110 bis 112 verbunden. Diese Meßeinrichtungen erfassen die zur Steuerung des Abtriebsmoments auszuwertenden Betriebsgrößen des Motors und/oder des Fahrzeugs, beispielsweise Fahrgeschwindigkeit, Motordrehzahl, zugeführte Luftmenge bzw. -masse, Last, Abgaszusammensetzung, Motortemperatur, Getriebeübersetzung, Schaltzustand eines Wandlers, Klopfnigung, Fahrpedalstellung, Stellung des Bedienelements eines Fahrgeschwindigkeitsreglers, Zündschalter, etc. Ein zweiter BUS 118 verbindet den Master 100 bzw. sein Interface 102 mit Elementen zur Bremsensteuerung 120, Lenkung 122 und/oder zur Fahrwerksregelung 124. Analog zum oben Gesagten werden von Meßeinrichtungen 126 bis 128 über entsprechende Verbindungsleitungen 130 bis 132 dem BUS 118 Betriebsgrößen des Motors und/oder des Fahrzeugs wie Raddrehzahlen, Feder/Dämpfer-Wege, Bremskräfte, Achslasten, etc. zugeführt. Ferner sind noch weitere BUS-Systeme 134 und 136 vorgesehen, die vorzugsweise mit einer anderen Übertragungsrate als die Systeme 104 und 118 arbeiten. Diese BUS-Systeme verbinden den Master-Controller 138 der Karosserieelektronik (Generator, Licht, Sitzverstellung, Fensterheber, Schiebedachantrieb, etc.) am BUS 134 und ggf. mit Geräten 140 zur Telekommunikation am BUS 136. Auch an diese BUS-Systeme sind entsprechende Meßeinrichtungen (z. B. Sitzposition, Radiosender, Schiebedachschalter, etc.) angeschlossen. Die zur Beeinflussung von Motor, Bremsanlage, etc. notwendigen Stellelemente und Stellglieder sind entweder an die jeweilige Steuerungseinheit oder an den jeweiligen BUS angeschlossen.

Die in Fig. 2 dargestellte Konfiguration stellt ein Beispiel dar, welches in anderen Ausführungsbeispielen beispielsweise unter Verzicht auf den Master 100 anders gestaltet sein kann. Wesentlich ist, daß die erfundungsgemäße Informationsbeschaffung, die nachfolgend beschrieben wird, unabhängig von der konkreten Ausgestaltung des Steuerungssystems auf Hardwareebene ist und eine nach Platz-, Störungsanfälligkeit gründen oder dergleichen optimierte Kon-

figuration der einzelnen Elemente des Steuerungssystems erlaubt. Umgekehrt erlaubt die erfundungsgemäße Vorgehensweise aber auch eine an die Informationsbeschaffung angepaßte Hardwarekonfiguration, wenn beispielsweise die Systeme zur Antriebsstrangsteuerung und zur Steuerung von Generator und Batterie in den jeweiligen Steuerungseinheiten angeordnet werden, während der zuständige übergeordnete Gesamtkoordinator im Master 100 plaziert wird.

Unter einem System wird im folgenden eine Menge von Komponenten verstanden, zwischen denen bestimmte Beziehungen bestehen oder die nach bestimmten Mustern zu verwenden sind. Die Komponenten können selbst wieder Systeme darstellen. Zu einem System gehören auch seine Systemgrenze sowie seine Schnittstelle zur Umwelt. Ist die Komponente selbst wieder ein System, kann sie aus der Sicht des Systems als Subsystem bezeichnet werden und aus der Sicht der Komponente kann das System selbst als Systemverbund bezeichnet werden. Als Beispiel sei auf das System 19 zur Antriebsstrangsteuerung gemäß Fig. 1 hingewiesen. Das System "Antriebsstrangsteuerung" besteht aus verschiedenen Komponenten. Dabei kann beispielsweise die Komponente Getriebesteuerung 26 als weiteres Subsystem dargestellt werden, wenn die Getriebesteuerung selbst in mehrere hierarchische Detaillierungsebenen untergliedert wird. Ein weiteres Subsystem des Systems Antriebsstrangsteuerung stellt die Motorsteuerung dar, die in Detaillierungsebenen verfeinert aus Koordinator 24 und den Komponenten 28 bis 32 besteht.

Die zukünftigen Fahrzeugsteuerungen entwickeln ihre volle Funktionsfähigkeit erst dann, wenn sie zu einem Systemverbund mit mehreren anderen Systemen und Komponenten integriert werden (z. B. Antriebsstrang mit Karosserieelektronik, Generatorsteuerung, etc.). Der dadurch entstehende Systemverbund eignet sich für ganzheitliche Optimierungen hinsichtlich der Sicherheit, des Verbrauchs, des Komforts, der Umweltbelastung, usw. Wie im eingangs genannten Stand der Technik dargestellt, ist der Systemverbund hinsichtlich seiner Auftragsvergabe hierarchisch aufgebaut. Diese hierarchische Auftragsvergabe erzwingt eine Ordnung im Systemverbund. Neben der Auftragsvergabe an ein System oder an eine Komponente ist ferner die Informationsbeschaffung zur Auftragsbearbeitung zu reglementieren, damit zum einen die Aufgabe (Auftrag) erfüllt werden kann und zum anderen das Ordnungskonzept des Systemverbunds erhalten bleibt.

Erfindungsgemäß ist an die komponentenspezifische Auftragsvergabe nicht die Bereitstellung der Information gekoppelt. Jede Komponente in der Struktur des Gesamtfahrzeugs beschafft sich die für die Aufgabenerfüllung notwendige Information selbstständig. Dabei hat es sich gezeigt, daß Systeme aus Komponenten bestehen, die alle nach Informationen befragt oder von denen Anforderungen gestellt werden können und die demnach als Informationsgeber auftreten. Bestimmte Komponenten haben aber ausschließlich die Aufgabe, Informationen für andere aufzubereiten und bereitzustellen. Typische Informationsgeber dieser Art sind Bedienelemente (Benutzerwunsch), Sensoren, Schätzer (Algorithmen), Speicher von Daten wie Fahrzeuggrößen, Umweltgrößen, etc. Die genannten Komponenten werden unter dem Begriff Informationsgeber zusammengefaßt, da dies aus Strukturierungssicht ihre gemeinsame wesentliche Aufgabe ist.

Am Beispiel des Ersatzes eines Sensors (Bauteil) durch einen Schätzer (Algorithmus) wird deutlich, daß es aus Sicht der restlichen Struktur von Vorteil ist, wenn diese unabhängig von der Art und Weise ist, auf der die Information beschafft wird. Diejenigen Komponenten, die die betreffende Information abfragen, müssen dann geändert werden,

wenn beispielsweise anstelle eines Sensors ein Schätzer eingesetzt wird. Nur von der informationsgebenden Komponente selbst wird eine andere Variante mit genau denselben Schnittstellen verwendet. Entsprechendes gilt auch für den Ersatz eines vom Fahrer betätigbaren Bedienelements durch ein Assistenzsystem. Ein Beispiel hierfür ist das Einspeisen des Fahrerwunsches bezüglich der Fahrgeschwindigkeit wahlweise über das Fahrpedal oder über einen Fahrgeschwindigkeitsregler. Die für die Realisierung des Fahrzeugvortriebs zuständigen Komponenten sollen unabhängig davon arbeiten, wie die Vorgabe zustande kam.

Es hat sich gezeigt, daß bei der Informationsbeschaffung grundsätzlich zwischen einer Auskunftsabfrage und einer Anforderungsbeziehung zu unterscheiden ist. Die Auskunftsabfrage und die Anforderungsbeziehung beschreiben die Kommunikationsbeziehungen in einem System bzw. Systemverbund. Eine Kommunikationsbeziehung geht immer von einer Quell- zu einer Zielkomponente. Die Auskunftsabfrage erfolgt vom Anfragenden (Quellkomponente) zum Auskunftgebenden (Zielkomponente) und die Anforderungsbeziehung geht vom Fordernden (Quellkomponente) zum Geforderten (Zielkomponente). Bei einer Auskunftsabfrage weiß die auskunftgebende Komponente nicht, wer die Information benötigt und wozu sie verwendet wird. Die Komponente ist ein reiner Dienstleister, für den es bei der Durchführung seiner Aufgaben nicht von Interesse ist, ob die Information ausgewertet wird bzw. in einen Auftrag mündet. Beispiele für derartige Komponenten sind insbesondere Sensoren oder Schätzer, die auf Abfrage hin den Wert einer Betriebsgröße dem Abfragenden zur Verfügung stellen.

Bei einer Anforderungsbeziehung ist es dagegen wesentlich, daß die geforderten Komponente durch die anfordernde Komponente zur Verfügung gestellte Information umgesetzt wird. Beispiele für solche Komponenten sind die Motorsteuerung, deren Bedarf an elektrischer Leistung von einem Koordinator an die Generatorsteuerung übermittelt wird oder die Generatorsteuerung, deren Bedarf an mechanischer Leistung von einem Koordinator an die Motorsteuerung übermittelt wird. Dabei existiert genau eine Komponente, welche die Information zur Umsetzung der Anforderung berücksichtigt.

Um die Informationsbeschaffung über Auskunftsabfrage und Anforderungsbeziehung übersichtlich zu gestalten, müssen Strukturierungsvorgaben festgelegt werden. Bei diesen ist zwischen den Aussagen für die Kommunikation (Auskunftsabfragen und Anforderungsbeziehung) innerhalb eines Systems und über die Systemgrenzen einer Komponente hinaus zu unterscheiden. Die nachfolgend beschriebenen Strukturierungsvorgaben betreffen die Kommunikation innerhalb eines Systems (Fig. 3 bis 5). Für die Fortsetzung bestehender Kommunikationsbeziehungen über die Systemgrenzen hinaus gelten als Vorgaben andere Strukturierungsaussagen (vgl. Fig. 6).

Dabei zeigt Fig. 3 die Strukturierungsvorgaben innerhalb eines Systems bei Auskunftsabfragen und Fig. 4 bei Anforderungsbeziehungen. Das in den Fig. 3 und 4 jeweils gezeigte System A besteht aus den einzelnen Komponenten a, b, c und d. Gemäß Fig. 3 ist von jeder Komponente zu jeder anderen Komponente eine Auskunftsabfrage (?) möglich. Entsprechend ist auch von jeder Komponente zu jeder anderen Komponente gemäß Fig. 4 eine Anforderungsbeziehung (!) möglich. Dabei muß nicht jede Kommunikationsbeziehung bestehen. Ist beispielsweise eine der Komponenten ein Sensor, so sind die Kommunikationsbeziehungen des Sensors zu den anderen Komponenten im Sinne einer Auskunftsabfrage nicht zwingend vorhanden.

Wesentlich bei der erfindungsgemäßen Informationsbe-

schaffung ist, daß die Anzahl der verschiedenen Kommunikationsarten auf zwei begrenzt wird. Eine Auftragsvergabe fällt nicht unter eine Kommunikationsbeziehung zur Informationsbeschaffung. Damit kann die stattfindende Kommunikation zur Informationsbeschaffung und deren Richtungssinn übersichtlich gestaltet werden. Dies unterstützt eine Austauschbarkeit der Komponenten mit definierten Schnittstellen (und damit möglichen Kommunikationsbeziehungen). Die verwendeten Kommunikationsbeziehungen sind ausreichend, um das logische Zusammenwirken der Komponenten sowie die Bedeutung der Kommunikationsbeziehung für eine Komponente aufzuzeigen. Die Auskunftsabfrage stellt einen Informationsaustausch dar, bei dem der Informationsgeber die Information lediglich zur Verfügung stellt und der unabhängig von der weiteren Verarbeitung der Information ist.

Die erlaubten Auskunftsabfragen bzw. Anforderungsbeziehungen stellen Merkmale der Komponenten dar. Es soll nicht jede Kommunikation über den Auftraggeber der Komponente gehen, da dieser sonst überlastet ist und zu viele Detailfunktionen aufweisen muß. Außerdem würde sich eine Abhängigkeit des Auftraggebers von der beauftragten Komponente ergeben, die im Hinblick auf die Austauschbarkeit der einzelnen Komponenten und Übersichtlichkeit des Systemverbunds nicht gewünscht ist. Mit dem Begriff Komponente ist dabei nicht zwingend ein Bauteil (Hardware) gemeint. Vielmehr wird unter Komponente im Rahmen der allgemeinen Definition ein Bestandteil eines Ganzen verstanden. So werden unter einer Komponente Hardware- und/oder Softwaremodule zusammengefaßt.

Gehen die Kommunikationsbeziehungen über die Systemgrenzen einer Komponente hinaus, sind andere Strukturierungsvorgaben zu treffen. Dabei gilt, daß Auskunftsabfragen und Anforderungsbeziehungen nur in höhere Ebenen möglich sind. Es dürfen also in Richtung der Zielkomponenten nur höhere Ebenen durchschritten werden. Dies ist in Fig. 5 dargestellt. Dort ist ein System A dargestellt, in welchem die Komponenten a, b und c in weitere Systeme verfeinert sind. Zum Beispiel besteht das System der Komponente a aus den vier Komponenten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$ . Entsprechend sind die Komponenten b und c untergliedert. Im System c ist eine Komponente  $\vartheta$  dargestellt, welche weiterverfeinert ist in die Komponenten  $\kappa$  und  $\lambda$ . Somit besteht die Darstellung in Fig. 5 aus insgesamt vier Ebenen, eine Ebene A, eine Ebene a, b, c, eine Ebene mit  $\alpha$ ,  $\beta$ , etc. und eine Ebene mit den Komponenten  $\kappa$  und  $\lambda$ . Die Ebenen werden als Abstraktionsebenen bezeichnet, worunter der Grad der Abstraktion des Systems in der Sicht von unten nach oben zu verstehen ist, oder als Detailierungsebene, worunter der Grad der Verfeinerung des Systems in der Sicht von oben nach unten zu verstehen ist. Eine Verfeinerung liegt dabei dann vor, wenn Komponenten eines Systems wieder als System betrachtet werden.

Im Beispiel der Fig. 5 besteht eine Kommunikationsbeziehung zwischen der Komponente  $\kappa$  und der Komponente  $\alpha$ . Die eigentliche Informationsbereitstellung erfolgt durch die Komponente  $\alpha$ , die sich erst mit der Verfeinerung der Komponente a ergibt. Die Komponente  $\alpha$  ist auf der Abstraktionsebene, die durch die Komponenten a, b und c gebildet wird, den Komponenten b und c nicht bekannt. Daher endet der Kommunikationspfeil zur Informationsbeschaffung auch an der Grenze der Komponente a und wird von dort aus durch die Komponente selbst an die Zielkomponente  $\alpha$  weitergeführt. Die Quellkomponente der Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung (hier  $\kappa$ ) kennt die Systeme (Zielkomponente) auf den Abstraktionsebenen, aber nicht deren Verfeinerung und kann somit nicht in das Innere einer Komponente hineinsehen. Damit wird eine Un-

abhängigkeit der Quellkomponente erreicht sowie die Austauschbarkeit und Variantebildung unterstützt. Ferner führt der Informationsfluß immer direkt an die Zielkomponente der entsprechenden Abstraktionsebene, um unnötige Belastungen und Abhängigkeiten weiterer Komponenten zu vermeiden. Insgesamt ergibt sich aus den Strukturierungsvorgaben ein System, das für die Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung in der Verfeinerung nach oben in Richtung der Abstraktionsebenen offen, nach unten in Richtung der Detaillierungsebenen verschlossen bleibt (vgl. Fig. 5).

Bestehen zwischen zwei Systemen Kommunikationsbeziehungen, so sind Strukturierungsvorgaben festzulegen, wie diese Kommunikationsbeziehungen bei einer Verfeinerung wenigstens eines der Systeme fortgesetzt werden. Dabei gilt, daß, wenn die zu verfeinernde Komponente Zielkomponente einer Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung ist, bei der Verfeinerung dieser Komponente (Subsystem) genau eine beliebige Komponente der nächsten Detaillierungsebene Zielkomponente für diese Kommunikationsbeziehung ist. Ist die Komponente Quellkomponente einer Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung, dann ist bei einer Verfeinerung dieser Komponente (Subsystem) genau eine beliebige Komponente der nächsten Detaillierungsebene Quellkomponente für diese Kommunikationsbeziehung.

Dies ist in Fig. 6 dargestellt. Dabei sind zwei Systeme A und B dargestellt, zwischen denen eine Kommunikationsbeziehung besteht. Beide Systeme seien in einer ersten Detaillierungsebene in die Komponenten a, b, c bzw. d, e, f verfeinert. System A ist Quellkomponente, System B Zielkomponente. Gemäß den oben dargestellten Strukturierungsregeln gilt, daß die mögliche Fortsetzung der Zielkomponente eine der Komponenten d, e oder f ist, während die mögliche Quellkomponente eine der Komponenten a, b oder c ist.

Für eine andere Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung zwischen den Komponenten A und B können sowohl die Ziel- als auch die Quellkomponente der Verfeinerung wechseln. Aufgrund der semipermeablen Struktur endet der Pfeil zur Darstellung der Kommunikationsbeziehung an der Grenze des Systems B und wird von dort nach Maßgabe des Systems B weitergeführt.

Die Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung kann bei der Verfeinerung bei einer beliebigen Komponente enden. Damit erfolgt diese Kommunikation in der Detaillierungsebene nicht über den Auftraggeber der verfeinerten Komponente und entlastet diesen. Die Zuordnung der Quellkomponenten einer Auskunftsabfrage oder Anforderungsbeziehung erfolgt unter dem Gesichtspunkt der Entlastung des Auftraggebers der Quellkomponente in der Verfeinerung. Dies bedeutet, daß die Schnittstellen der Zielkomponenten für die Auskunftsabfrage sowie die Anforderungsbeziehung den Quellkomponenten innerhalb der Verfeinerung bekannt sein müssen.

Eine weitere wichtige Vorgabe für die Informationsbeschaffung betrifft die Anordnung der Informationsgeber in der Steuerungsstruktur.

Dabei sind Informationsgeber immer den Detaillierungsebenen zuzuordnen, die durch die Informationen beschrieben wird. Als Beispiel sei die Fahrzeugmasse genannt, die das gesamte Fahrzeug kennzeichnet und daher einem Informationsgeber auf einer sehr hohen Abstraktionsebene zugeordnet wird. Alle Subsysteme können auf diese Masse zugreifen und es sind auch keine Betriebszustände denkbar, in denen verschiedene Systeme unterschiedliche Fahrzeugmassen benötigen. Allerdings kann dieser allen verfügbaren Wert bei Erkennung von Beladungswechsel zeitlich verändert werden, diese Information steht dann wiederum allen Subsystemen gleichermaßen zur Verfügung. Dagegen ist die

Information, die den Zustand des Schalters zur Betätigung des Schiebedachs betreffen, einer tieferen Detaillierungsebene zuzuordnen, in der die Abläufe zur Betätigung des Schiebedachs strukturiert sind. Die Information ist für alle anderen Detaillierungsebenen bisher irrelevant. Daher ist diese Information erst in der tiefstmöglichen Verfeinerung zu modellieren und zu berücksichtigen, in der sie zur Beauftragung des Schiebedachs benötigt wird.

Ein entsprechendes Beispiel ist in Fig. 7 dargestellt. Danach gibt es die Systeme "Fahrzeugbewegung" und "Karosserie und Innenraum". Der für die Fahrzeugbewegung wesentliche Informationsgeber Reibwertschätzer ist in der Detaillierungsebene des Systems Fahrzeugbewegung realisiert, während der obengenannte Informationsgeber Schiebedachschatzler in einer tieferen Detaillierungsebene "Schiebedach" des Systems Karosserie und Innenraum angeordnet ist. Fig. 7 zeigt ferner, daß den beiden Systemen ein Koordinator Gesamtfahrzeug übergeordnet ist, welcher über zwei Kommunikationsbeziehungen mit den beiden Systemen verbunden ist. Ferner ist eine Komponente Umweltgrößen in einer sehr hohen Ebene dargestellt, welche über Auskunftsabfragen mit dem Reibwertschätzer und dem Subsystem Schiebedach (dort beispielsweise mit dem Schiebedachschatzler) verknüpft ist.

Durch die erfindungsgemäße Informationsbeschaffung stehen die Informationen immer dort zur Verfügung, wo sie zur Formulierung von Aufträgen benötigt werden. Weiterhin wird erreicht, daß variantenspezifische Informationsgeber nur in den Varianten existieren, in denen sie gebraucht werden. Es ergibt sich, daß bestimmte Informationsgeber wie beispielsweise Bedienelemente, für die Benutzer nicht generell einer Ebene zugeordnet werden. Als Beispiele sind hier ein Zündschloß und ein Schiebedachschatzler zu nennen. Das Zündschloß ist auf einer hohen Abstraktionsebene wegen des Einflusses auf nahezu alle Komponenten zu modellieren. Dagegen findet sich der Schiebedachschatzler auf einer tieferen Detaillierungsebene und auch nur in den Varianten, in denen ein Schiebedach vorhanden ist.

Demnach existieren Informationsgeber auf allen Detaillierungsebenen, die jeweils solche Informationen bereitstellen, die die betreffende Ebene beschreiben. Auf einer sehr hohen Abstraktionsebene sind dies Fahrzeuggrößen, die sich auf das Gesamtfahrzeug beziehen (Fahrzeugmasse, Fahrzeuggeschwindigkeit, etc.), Umweltgrößen, die unabhängig vom Vorhandensein eines Fahrzeugs die Umwelt beschreiben (Fahrbahnbelag, Fahrbahnneigung, Kurvenradius, usw.), Fahrsituationsgrößen, die das Zusammenwirken von Fahrzeug und Umwelt betreffen (Aquaplaning,  $\mu$ -Split, usw.), Benutzergrößen, die eine Benutzeridentifikation zur Voreinstellung von individuell beeinflußbaren Funktionen ermöglichen (Fahrertyp, Sitzpositionseinstellung, Radiosender, usw.) usw. Dabei ist zu beachten, daß auf dieser hohen Abstraktionsebene nur abstrakte Informationen wie beispielsweise die Identifikation eines Sitztyps enthalten sind, während die Zuordnung dieser abstrakten Größen zu den variantenspezifischen Größen wie der einzustellenden Sitzposition erst in der Detaillierungsebene auftaucht, die die gesamte Sitzverstellung verwaltet.

## Patentansprüche

1. Steuerungssystem für ein Fahrzeug, bestehend aus mehreren Komponenten, die im Rahmen einer Hierarchie in verschiedenen Ebenen angeordnet sind, wobei wenigstens eine Komponente von wenigstens einer anderen Komponente einer höheren Ebene Aufträge empfängt und ausführt, wobei ferner Informationen zwischen den Komponenten ausgetauscht werden, da-

durch gekennzeichnet, daß jede Komponente die von ihr benötigte Information selbständig beschafft über Auskunftsabfragen und/oder Anforderungsbeziehungen, wobei bei Auskunftsabfragen die gefragte Komponente der fragenden Komponente, die die Information benötigt, bei Anforderungsbeziehungen die fordernde Komponente der geforderten Komponente, die diese Information benötigt, die Information zur Verfügung stellt, wobei die Informationsgeber immer der höchsten Ebene zugeordnet sind, in der die durch die von den Informationsgebern zur Verfügung gestellte Information zur Auftragsbildung oder zur Auftragsbearbeitung benötigt wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Komponente, die als Auftragshierarchie weiter in mehrere Komponenten aufgeteilt ist, ein (Sub)System bilden.

3. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationsbeziehungen zur Informationsbeschaffung zwischen Komponenten innerhalb eines Systems derart ist, daß eine Auskunftsabfrage und/oder eine Anforderungsbeziehung von jeder Komponente zu jeder anderen möglich ist.

4. System nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskunftsabfragen und/ oder Anforderungsbeziehungen über die Systemgrenzen hinaus nur in Richtung höherer Ebenen erfolgt.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Kommunikationsbeziehungen zwischen einzelnen Systemen Ziel- und/ oder Quellkomponenten einer Auskunftsabfrage und/ oder Anforderungsbeziehung genau eine Komponente des anderen Systems ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

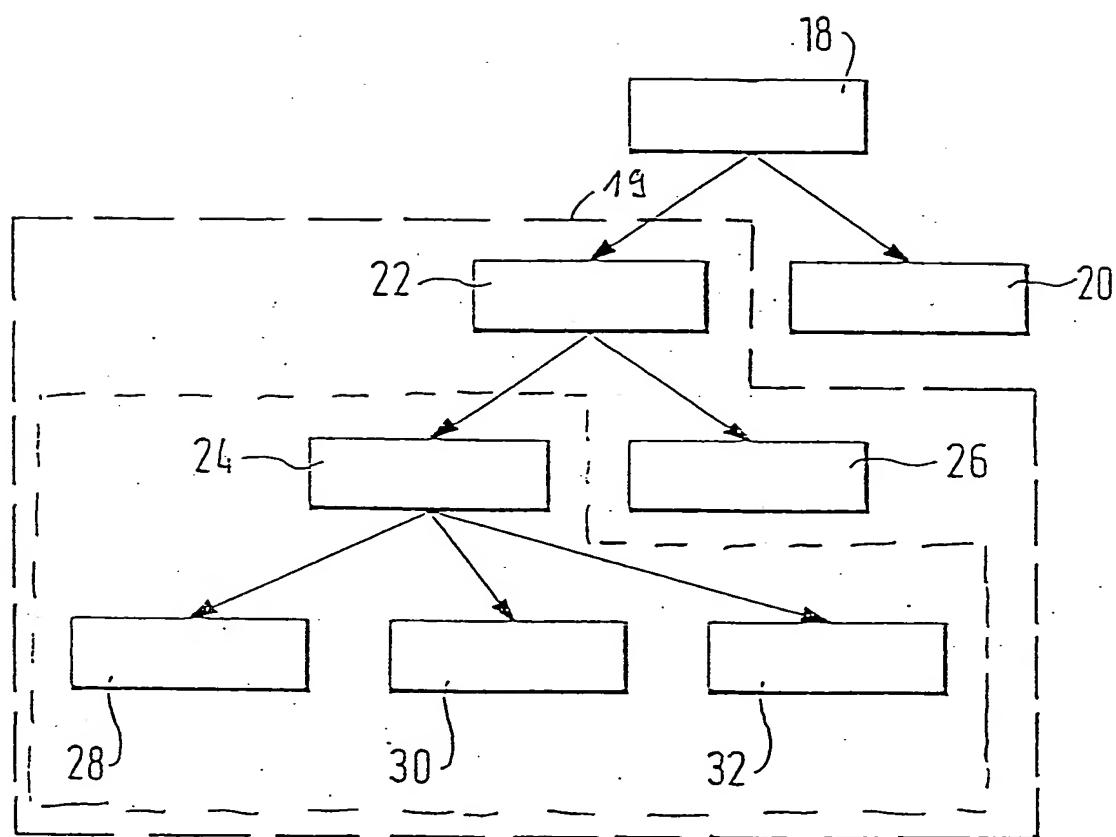
55

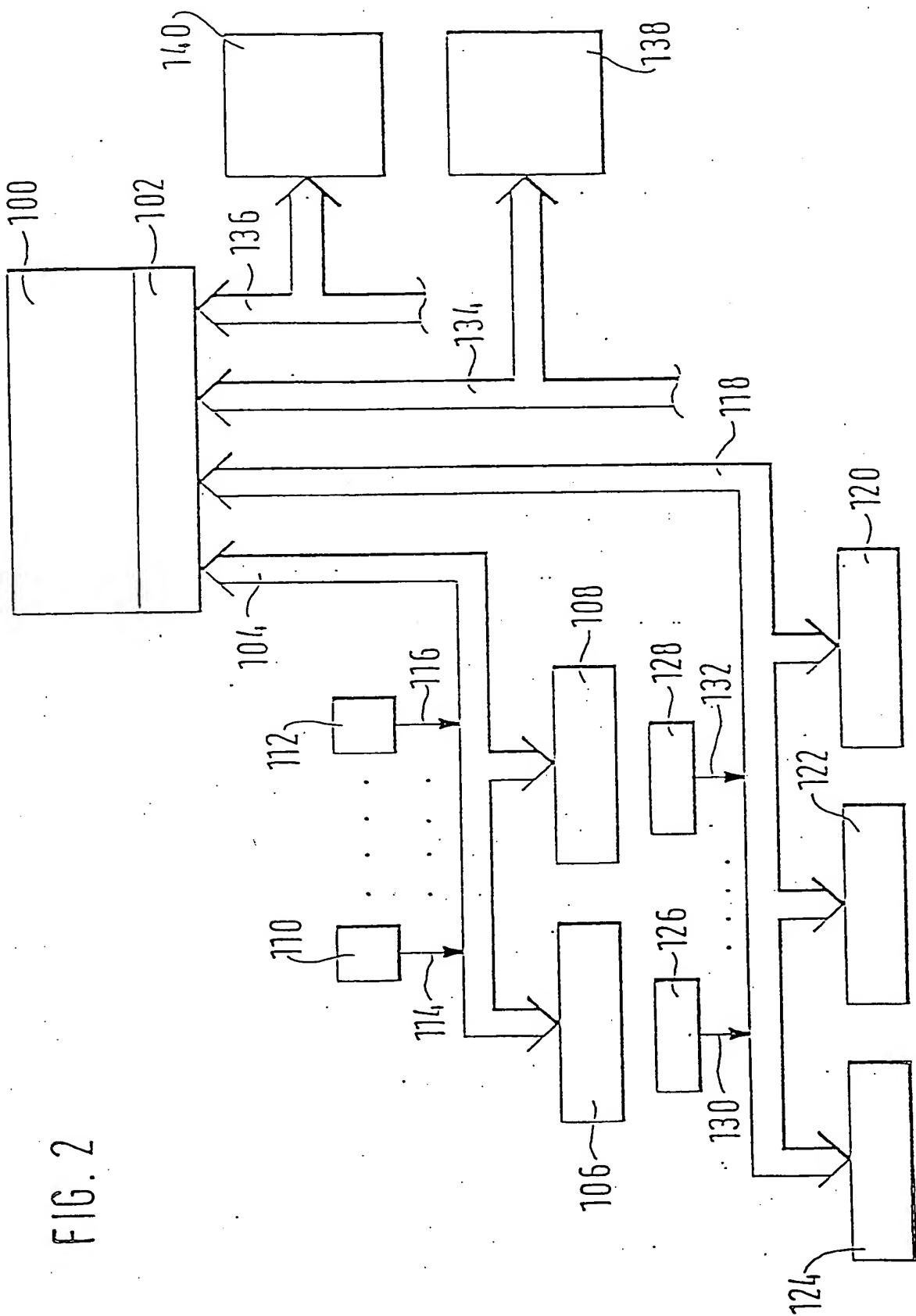
60

65

**- Leerseite -**

FIG. 1





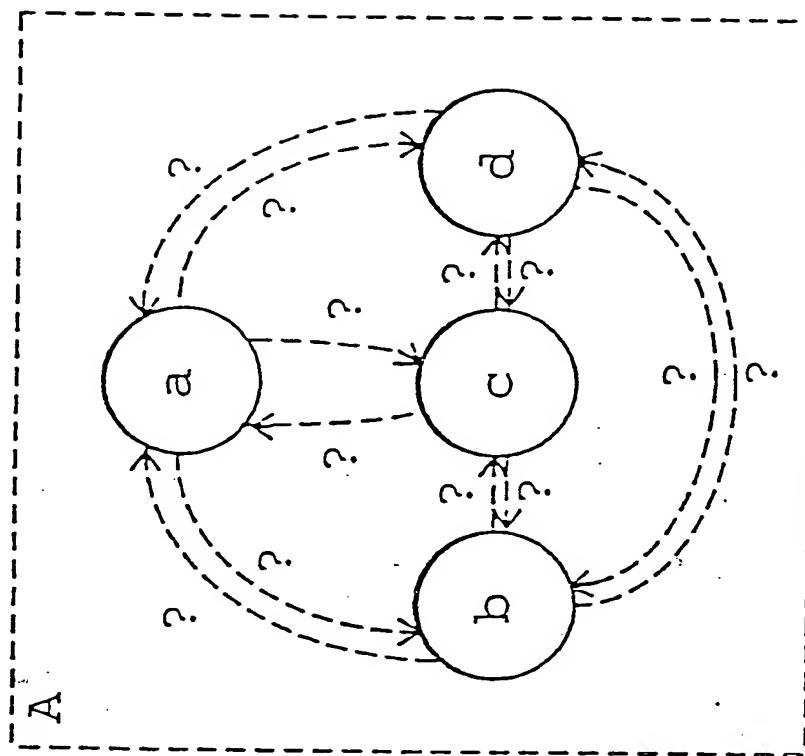


Fig 3

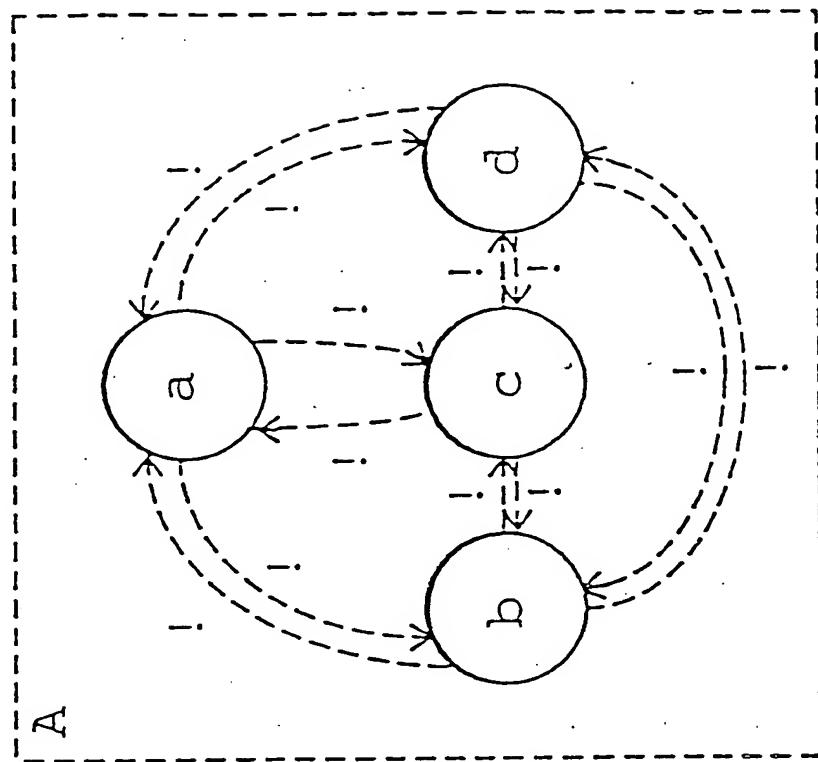


Fig. 4

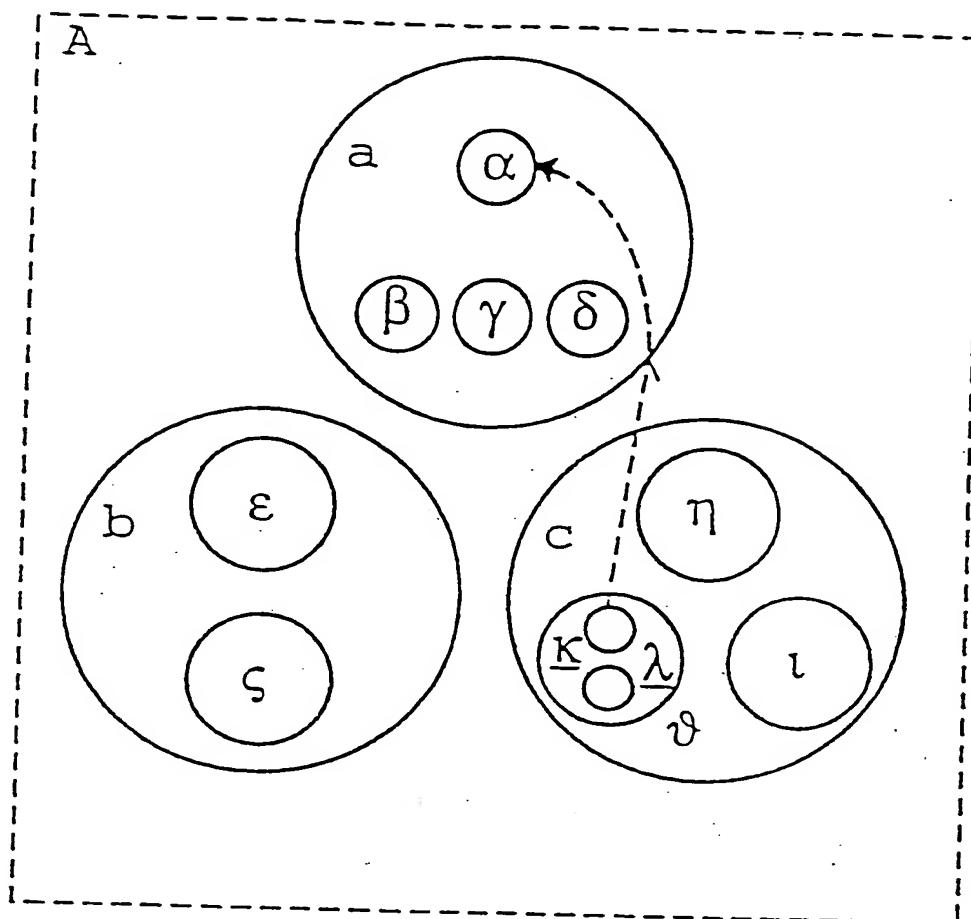


Fig. 5

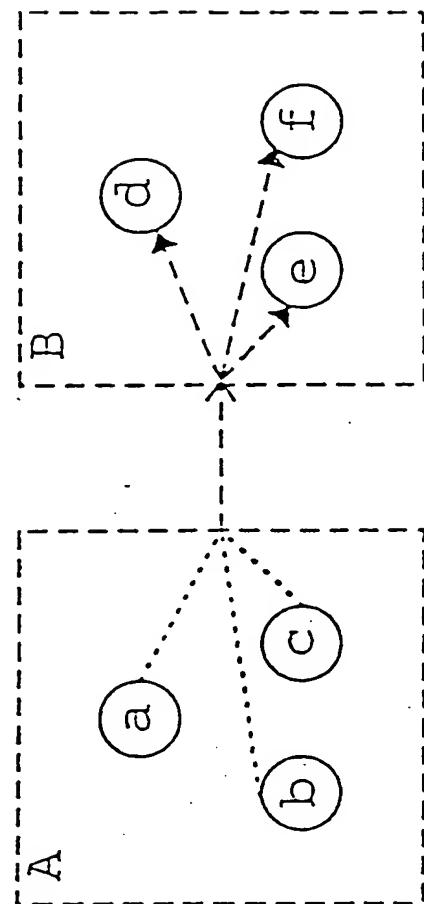


Fig. 6

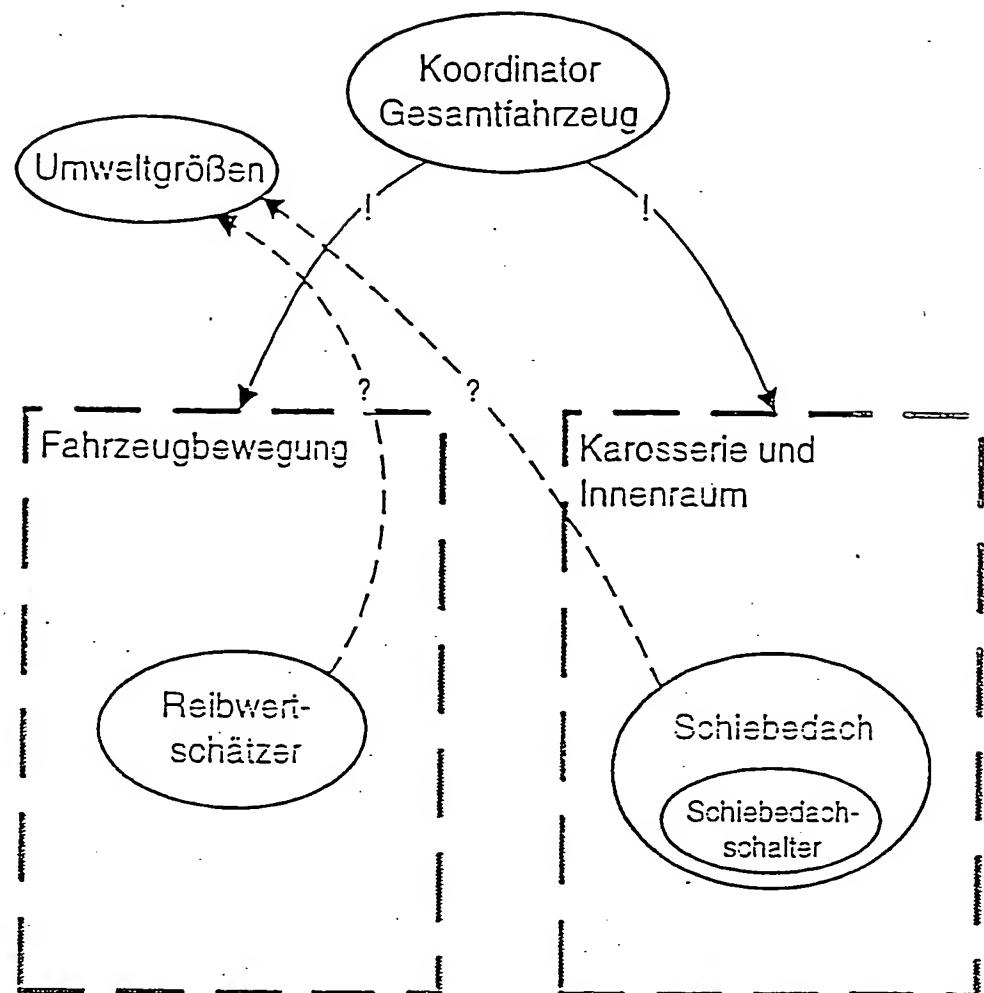


Fig. 7